



# NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm

<b>Fecha de creación</b>	2020-02-10		
<b>Elaboró</b>		Área Proyectos - CET	
		Área Proyectos - CET	
		Área Gestión Operativa - CET	
		Área Proyectos - CET	
		Unidad CET Normalización y Laboratorios	
<b>Revisó</b>	Unidad CET Normalización y Laboratorios		
<b>Aprobó</b>	Gerencia Centros de Excelencia Técnica		

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>				
AAAA-MM-DD	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
2024-01-06	Listado de materiales opcionales	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
2024-10-03	En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia.	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
Grupo Homologación y Normalización CET: Fredy Antonio Pico Sánchez, Néstor Fabián Zarate Abril				

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 104</b>	<b>REV 2</b>
	<b>NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 1 de 9

## 1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en delta denominada NC-RA2-104 del Grupo EPM, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras.

## 2 ALCANCE

Esta norma es aplicable en el diseño de redes con niveles de tensión a 13.2 kV, del sistema de distribución del Grupo EPM.

Este documento está dirigido a ingenieros y técnicos, encargados del diseño, construcción y mantenimiento.

## 3 GENERALIDADES

La presente norma se sustenta teóricamente en el documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos*. Es aplicable a todas las condiciones climáticas y meteorológicas encontradas en las áreas de influencia del Grupo EPM en Colombia. La norma ha sido elaborada con base en las condiciones de clima cálido, altitudes hasta 1000 msnm y velocidad de viento máxima de 100 km/hora, siendo estas las condiciones más desfavorables para el diseño de las estructuras. No obstante, no limita al diseñador de la red para evaluar otras condiciones particulares por medio de la metodología definida en el documento GM-12.



La hipótesis de carga considerada para evaluar las cargas que soportará la estructura es en condición normal donde todos los conductores y cable de guarda están sanos.

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 12m y 1350kgf monolítico; no obstante, podrán ser empleados postes de igual longitud y capacidad de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metálico (acero).

Cuando se requiera cumplir con distancias verticales de seguridad en zonas de cultivo o arborizadas, se podrá implementar el uso de postes de mayor longitud (14 m y 16 m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En esta norma se implementa con cadena de aisladores, se utiliza aislador de suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1, tipo clevis. Podrán utilizarse también aisladores de vidrio de la misma clase. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar en las cadenas un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-35 tipo clevis - lengüeta.

Los conductores utilizados en la verificación de esta norma son tipo ACSR (Conductor de aluminio con refuerzo de acero) y sus equivalentes tipo AAAC (Conductor de aleación de aluminio), los calibres utilizados son:

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2		
	NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 9

**Tabla 1.** Calibres de conductores para redes a 13.2 kV

ACSR	AAAC
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)

En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia. Como cable neutro se utilizará 2 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre 2 AWG, 1/0 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre hasta 2/0 AWG, para calibres de cables de fase superiores a 2/0 AWG se utilizará cable neutro de 2/0 ACSR (GA o AW).

La norma técnica RA8-022 describe en detalle las acciones que se deben ejecutar sobre las redes de distribución de energía que se ubican en zonas especiales.

La estructura debe estar acompañada de un sistema de puesta a tierra, de acuerdo con los requisitos de la norma RA6-010 "Puesta a tierra de redes de distribución eléctrica". En todo caso, las redes con neutro corrido o cable de guarda deben estar puestas a tierra sólidamente cada 3 apoyos y, en las estructuras terminales.

Los vientos o retenidas se deben construir de acuerdo con los detalles de instalación y materiales que se describen en la norma técnica RA6-001 "Instalación de vientos o retenidas".

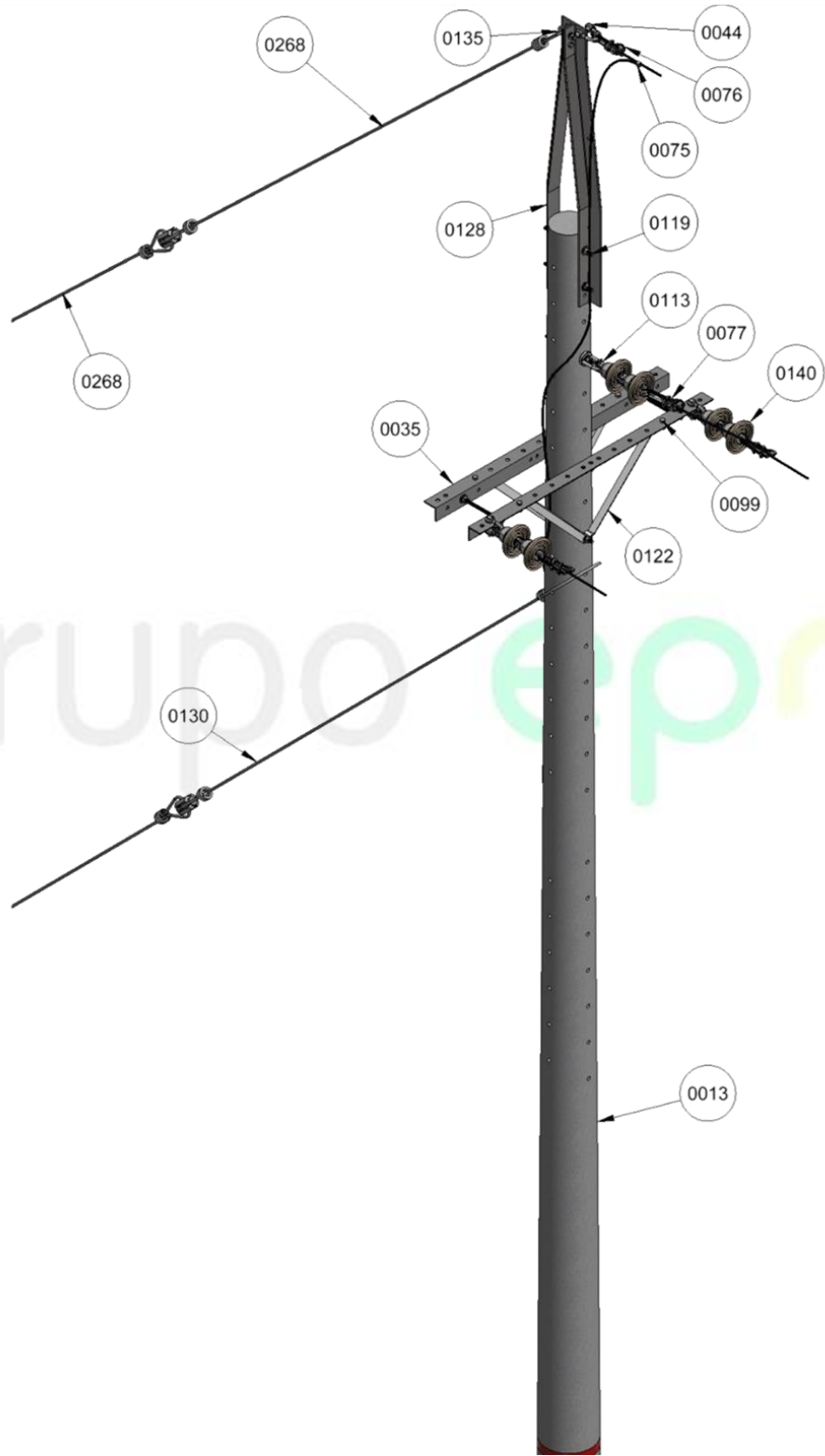
Durante la implementación de esta norma se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con la norma técnica NT-06 "Distancias de seguridad en redes de distribución".

Cuando sea necesario realizar un cambio en alguno de los criterios o variables consideradas, el diseñador o constructor deberá remitirse al documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos*.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2		
	NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 9

#### 4 MODELO

Figura 1. Vista isometrica





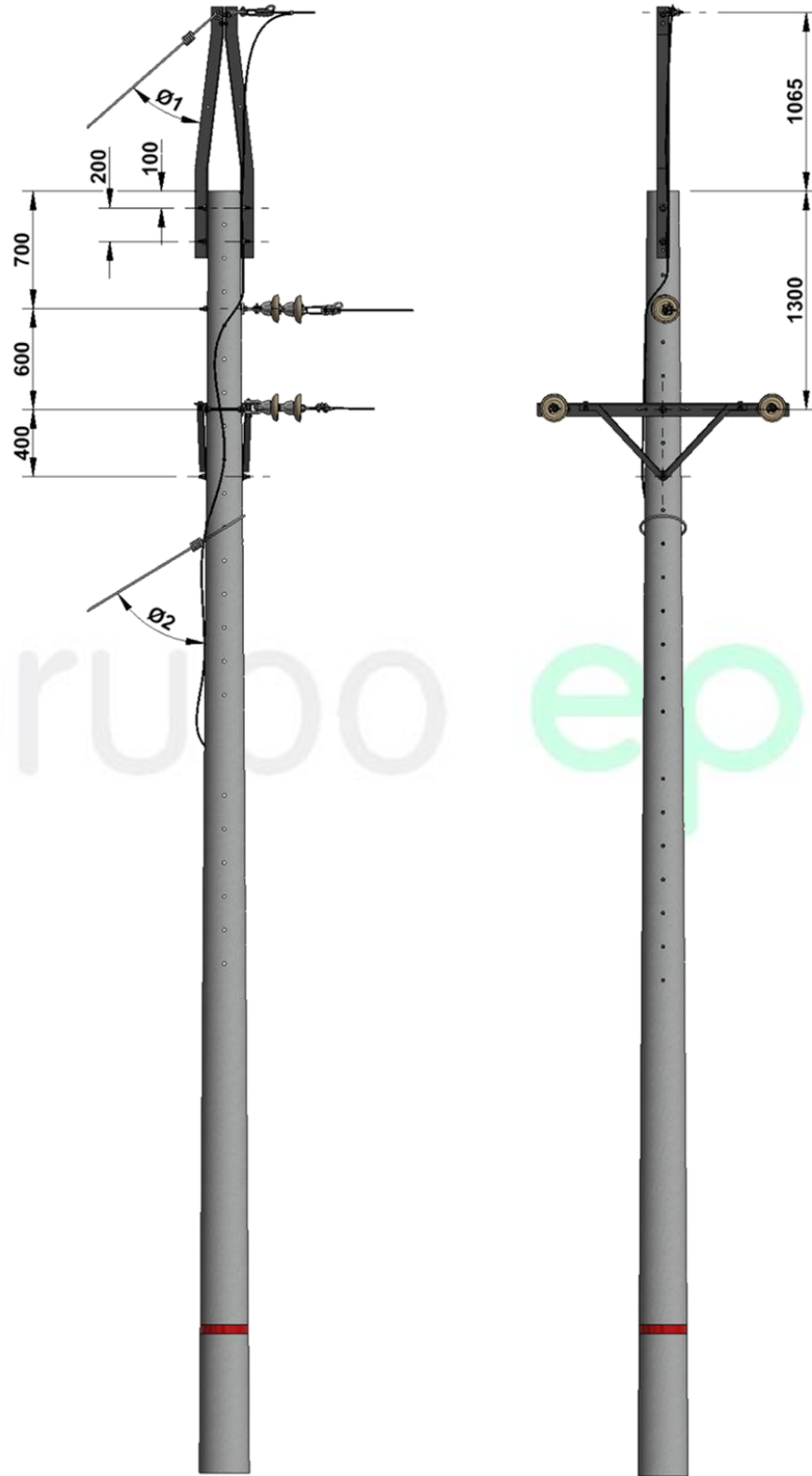


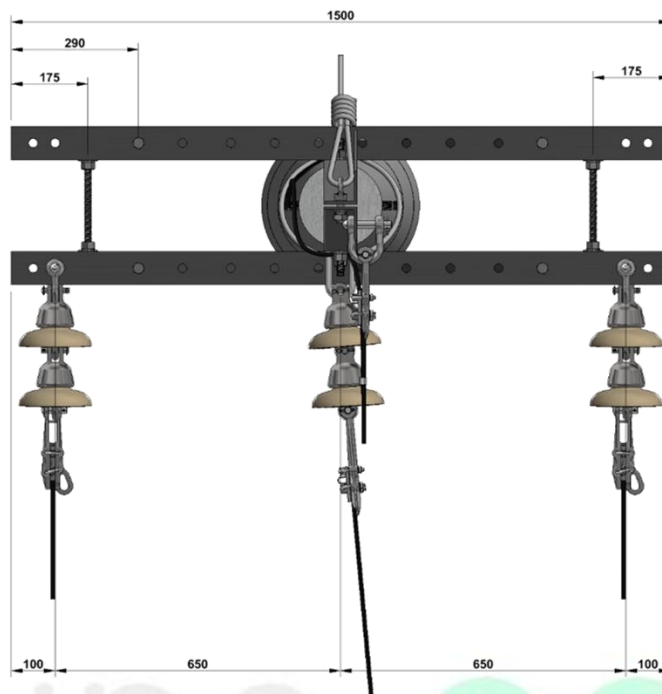
ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2		
	<p align="center"><b>NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm</b></p>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 9

Figura 2. Vista frontal



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2		
	<p align="center"><b>NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm</b></p>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 de 9

**Figura 3. Vista en planta**



## 5 LISTADO DE MATERIALES

**Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-104**

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0013 <sup>(1)</sup>	Poste de concreto de 12m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200017	1	1		
0035	Cruceta metálica 1500mm x 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-02	211274	2	2		
0044	Eslabón en U 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	2	4		
0076	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213335		1		
0077 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 KCMIL	ET-TD-ME03-16	213336	3	3		
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	4	5		
0108	Aislador tensor porcelana ANSI C29.4 clase 54-2 15 kV 4 1/4"	ET-TD-ME02-01	200156	2	2		
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356	1	1		
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	5	7		
0122	Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	ET-TD-ME03-04	211294	2	2		
0128 <sup>(2)</sup>	Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3 x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 104</b>	<b>REV 2</b>
		<b>NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 6 de 9

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0130	Viento convencional para poste de 12m cable de acero extra alta resistencia calibre 3/8	RA6-001	-		1		
0135	Tornillo cáncamo 11/16" x 5/16" acero forjado C15	ET-TD-ME03-37	268390		1		
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149	6	6		
0268 <sup>(3)(4)</sup>	Viento convencional para poste de 12m cable de acero extra alta resistencia calibre 1/4	RA6-001	-	2	1		

**NOTAS:**



- (1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) En las redes de distribución donde la estructura no requiera apantallamiento (cable de guarda), pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se puede eliminar y el neutro se asegura al poste, se debe incluir en el montaje un esparrago y una tuerca de ojo.
- (3) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.
- (4) El numeral 7 presenta información complementaria como ángulos y longitudes requeridas para la instalación del viento

Donde: a → Montaje con viento y sin bayoneta  
b → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

En esta norma también se permitirá el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales.

**Tabla 3. Materiales opcionales**

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE
0013	Poste metálico 12 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214749
0013	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0013	Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200067
0013	Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214750
0013	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0013	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0013	Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214753
0077	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213335
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2 AWG a 4/0 AWG	ET-TD-ME03-16	217323
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0 AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-16	217324
0140	Aislador suspensión polimérico 15 kV ANSI C29.13 clase DS-15 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200138
0140	Aislador suspensión polimérico 23 kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200167
0140	Aislador suspensión polimérica 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200140

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 104</b>	<b>REV 2</b>
 <b>NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm</b>			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 7 de 9

## 6 TENSIONADO DEL CONDUCTOR

El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento *GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM* y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

- Hipótesis A. Máxima velocidad del viento (temperatura mínima y viento máximo).
- Hipótesis B. Mínima temperatura (temperatura mínima y sin viento).
- Hipótesis C. Operación Diaria (Tensión diaria promedio, EDS).
- Hipótesis D. Máxima flecha (Temperatura máxima, sin viento).

En el documento anexo *ANX-12B Tablas de cálculo mecánico cables desnudos* se muestran las tensiones y flechas de los conductores utilizados por el Grupo EPM para las anteriores hipótesis, y las tablas de tendido para el rango de temperaturas que se presentan en la zona de influencia del grupo EPM se muestran en el documento anexo *ANX-12D Tablas de tendido cables desnudos*.

## 7 PUNTOS DE DISEÑO

### Montaje a: Montaje con viento y sin bayoneta



ACSR	AAAC	Vano máximo	Vano Peso	Calibre viento en fase superior	Ángulo $\Theta_1$ en fase superior	Calibre viento en fase superior
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	200 m	200 m	2x 1/4"	30°	2x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	200 m	200 m	2x 1/4"	30°	2x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	200 m	200 m	2x 1/4"	30°	2x 1/4"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	140 m	140 m	2x 1/4"	30°	2x 1/4"

Vano máximo admisible en terreno plano de 140 m.

Vano máximo admisible por separación de fases de 250 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal mostrada en las figuras sin bayoneta.

Todos los vientos en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, el punto es definido por el viento instalado a mayor altura, en este montaje sin bayoneta el viento que se muestra en las figuras instalado en la bayoneta se instala en la fase superior y el otro debajo de la cruceta.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2		
	NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 9



**Montaje b:** Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda o neutro

ACSR	AAAC	Vano máximo	Vano Peso	Calibre viento en bayoneta	Ángulo $\Theta 1$ en fase superior	Calibre viento en fases
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	200 m	200 m	1x 1/4"	30°	2x 1/4"
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	200 m	200 m	1x 1/4"	30°	2x 1/4"
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	200 m	200 m	1x 1/4"	30°	2x 3/8"
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	100 m	100 m	1x 1/4"	30°	2x 3/8"

Vano máximo admisible en terreno plano de 140 m.



Vano máximo admisible por separación de fases de 250 m.

El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal mostrada en las figuras sin bayoneta.

Todos los vientos en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, y este punto es definido por el viento a mayor altura, es decir, el viento en la bayoneta, que debe ser mínimo de 40° con la vertical del poste ( $\Theta 1$ ).

## 8 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se deben utilizar conductores AAAC.
3. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar en las cadenas, un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis.
4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
5. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
6. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se podrá utilizar abrazadera o collarín fabricados según NTC 2663 con carga máxima a tensión de 30 KN y carga máxima cortante de 24 KN. Especificación técnica ET-TD-ME03-08.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 104	REV 2
	NC - RA2 - 104. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN TERMINAL CON CRUCETA DE 1500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 9